

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-160097

(43)公開日 平成10年(1998) 6月16日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
F 1 7 C 1/00		F 1 7 C 1/00	Z
B 2 3 K 20/12		B 2 3 K 20/12	G
37/06		37/06	C
			L
B 2 3 P 11/02		B 2 3 P 11/02	C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-260215

(22)出願日 平成9年(1997) 9月25日

(31)優先権主張番号 0 8 / 7 2 2 5 3 4

(32)優先日 1996年9月27日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 597108268

ボーイング・ノース・アメリカン・インコーポレイテッド

BOEING NORTH AMERICAN, INC.

アメリカ合衆国、91309-7922 カリフォルニア州、キャノーガ・パーク、ビー・オー・ボックス・7922、メール・ストップ・エフ・ビー・18、インテレクチャル・プロパティ・デパートメント (番地なし)

(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

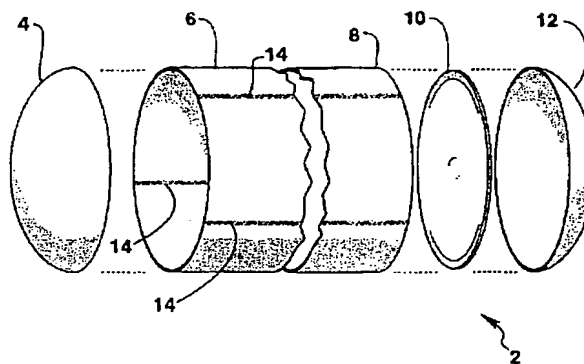
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 タンク容器およびタンク容器を形成するための方法

(57)【要約】

【課題】 アルミニウムタンク組立における最終的摩擦スター溶接による接合の間の裏あてサポートを提供する。

【解決手段】 端部ドームを有する円筒状タンク (2) の構築において、ドームは摩擦スター溶接によって取付けられ、ワゴン車輪 (10) がタンク円筒 (6) とドーム (12) との界面にタンクの内側に位置付けられ、摩擦スター溶接工具 (20) によって与えられる圧力に対し裏あてサポートを提供し、摩擦スター溶接プロセスによってタンク内に溶接されることにより溶接区域およびタンクを強化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒状本体と少なくとも1つのドーム型のタンク端部部材とを有する予め定められた長さのタンク容器であって、前記タンクはタンク内に存在する圧力ガスの空気力による外向きの膨張に耐えられ、前記タンク本体の壁を支持するための支持構造部材を内部に有する細長い円筒状タンク本体と、前記タンク本体および支持構造部材と接触しているドーム型タンク端部部材とを含み、前記タンク端部は前記円筒状タンク本体と円筒状の突合わせ接合部を形成し、支持構造部材の縁はタンクドームと円筒状タンク本体との間の突合わせ接合部に重なり合いこれを支持し、3つの部材はすべて3体接合によってともに同時に溶接され、よって、支持構造部材はドーム型円筒の周囲の突合わせ接合に対し硬い裏あてサポートとして作用し、結果的にタンク完成品の燃料積載圧力容器の一体部分として作用し、したがって、タンク内の圧力ガスの空気力によるタンクの外向きの膨張に耐える、タンク容器。

【請求項2】 ドーム、円筒状本体、および一体型に組合された支持構造は、摩擦スター溶接 (friction stir welding) プロセスを利用して3体接合により同時に溶接することで形成される、請求項1に記載のタンク容器。

【請求項3】 組合せて溶接される圧力容器支持構造部材は、ドームおよび円筒の円周突合わせ接合部に一体に取付けられたワゴン車輪構成の形をとる、請求項1に記載のタンク容器。

【請求項4】 ワゴン車輪、タンク本体、およびタンクドームは1つまたは2つ以上のアルミニウム合金から作製される、請求項3に記載のタンク容器。

【請求項5】 ワゴン車輪、タンク本体、およびタンクドームは同一のアルミニウム合金から作製される、請求項4に記載のタンク容器。

【請求項6】 タンク内部に含まれる圧力ガスの空気力によるタンクの外向きの膨張に耐えるタンク容器を形成するための方法であって、部分的に組立てられたタンクを提供するステップと、タンク本体内に支持構造部材をきつく嵌合させるステップと、円筒状ドーム端部を前記タンク本体と突合わせ接合するステップと、摩擦スター溶接を用いてタンクを組立てるステップとを含み、これによって、円筒状本体、支持構造部材、およびドームが3体接合において同時に溶接されるとともに支持構造部材が摩擦スター溶接プロセスにおいて利用される、タンク容器を形成するための方法。

【請求項7】 支持構造部材は、ワゴン車輪構成の形をとる、請求項6に記載の方法。

【請求項8】 ワゴン車輪は、部分的に組立てられたタンクの内側にそれを嵌合させる前にそれを冷却し、次に、タンクの内側にきつく嵌合するようにワゴン車輪を熱膨張させ、焼き嵌めすることにより、円筒状本体にき

つく嵌合される、請求項7に記載の方法。

【請求項9】 ワゴン車輪を円筒状タンクの内側にきつく焼き嵌めできるようにするため、ワゴン車輪を冷却するために極低温ガスが利用される、請求項8に記載の方法。

【請求項10】 ワゴン車輪の縁はタンクドームとタンク円筒状本体との間の突合わせ接合部に重なりこれを支持し、ワゴン車輪、タンクドーム、およびタンク円筒状本体は強い堅固な裏あてサポート構造を必要とする摩擦スター溶接を利用して3体接合によって同時に溶接される、請求項8に記載の方法。

【請求項11】 摩擦スター溶接の前に、タンク容器、ドーム、およびワゴン車輪は1つまたは2つ以上のアルミニウム合金から作製される、請求項7に記載の方法。

【請求項12】 タンク容器、ドーム、およびワゴン車輪は同一のアルミニウム合金から作製される、請求項11に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の分野】この発明は、タンクの溶接に関する。特に、これは摩擦スター溶接 (friction stir welding) 技術を利用したアルミニウム合金圧力タンクの組立に関する。

## 【0002】

【発明の背景】溶接技術はよく知られている。たとえば、拡散溶接などの固体溶接プロセスは、ある独特の冶金学の応用のための特殊なプロセスとして利用されてきた。摩擦溶接は、機械的に引き起こされるこすり運動により2つの表面の間に熱を生じさせることで合体させる固体接合プロセスである。摩擦溶接にはある基本的な限界がある。その中には、特に、大きな直径を持つワークピースについては、均一なこすれおよび発熱を生じさせるために極めて重要になり得る、ワークピースの準備および整列がある。したがって、現在および過去において非常に多様な種類の溶接技術プロセスが利用されてきたにもかかわらず、高強度アルミニウム合金接合に関しての技術的な問題点が、自動車構造にさらにアルミニウムを用いること、および、アルミニウムの航空宇宙構造物においてコストおよび重量を削減するさらなる改良における主要な制限として認識されている。

【0003】摩擦スター溶接と呼ばれる新しいプロセスはアルミニウム合金の接合のための独特の革新的な方法であり、特に低コスト高性能のアルミニウム構造物のための溶接工程に新しい設計を提供するものである。基本的に、摩擦スター溶接では、アルミニウム合金（および銅合金）は可塑性され、次に接合線に沿って材料を固めることで接合される。この動作は、接合部の開始点に非溶ピンを打込むことにより達成される。鋼のような非溶材料からワークピース材料よりも硬いこのピンは、摩擦発熱によってアルミニウムを軟らかくし可塑性す

る。ピンは次に回転し溶接の方向に向かって移動する。ピンが回転するとき、ピンのまわりのアルミニウム合金の環状領域が摩擦によって熱せられる。ピンが溶接方向に移動するにつれて、ピンの前面の圧力により熱い可塑性材料がピンの後ろへと押し出され、移動していくピンによって残される空隙を埋める。融解は起こらず、溶接物は、捕捉酸化物または気孔がない、微細粒の熱間加工された状態となる。

【0004】この摩擦スター溶接技術は、米国特許第5,460,317号に記載されており、これはここに引用により援用される。

【0005】摩擦スター溶接は、多くの利点を持っているので、特に大きなアルミニウム合金圧力タンク、たとえば宇宙船発射システムにおいて極低温酸素貯蔵のために利用されるタンクのようなアルミニウムタンクの組立のための魅力的なプロセスと考えられている。摩擦スター溶接には大きな圧縮力がかかってくるので、これらのタンク構造物の最終溶接においては、特にタンク内部へのアクセスが制限されているときには、どのようにしてタンク内側に適切に裏あてサポートを提供するかという問題がある。

【0006】この発明の目的は、特にアルミニウムからできている円筒状タンク本体の内側に、タンク本体の壁を支持するための支持構造部材を提供することである。

【0007】この発明のさらなる目的は、溶接された接合部に対する硬い裏あてサポートとして作用する支持構造部材を提供することである。

【0008】この発明のまたさらなる目的は、支持構造部材がまた、タンク完成品の燃料積載圧力容器の一体部分として作用し、支持構造をタンク完成品から分解して取り除く必要がないようにすることである。

【0009】この発明のまたさらなる目的は、支持構造部材がタンク内の圧力ガスの空気力によるタンクの外向きの膨張に耐えるようにすることである。

【0010】この発明のまたさらなる目的は、最終的なタンクの重量の節約およびタンクの作製におけるコストの節約を最適化するように設計された支持構造を提供することである。

【0011】

【発明の概要】この発明は、アルミニウムタンク組立において接合部の最終的な摩擦スター溶接の間の裏あてサポートに関する問題に一般的な解決法を提供する。使用される内側アルミニウム構造は、単に摩擦スター溶接プロセスの間の裏あてサポートのための工具セッティングを提供するだけでなく、最終製品におけるタンク圧力容器の一体部分として作用するので、支持構造の分解およびそのタンク完成品からの除去は不要となる。この好ましい実施例においては、「ワゴン車輪」構成が内部一体工具およびタンクサポートとして使用される。このワゴン車輪は好ましくはタンクのシェルと同じアルミニウ

ム合金から作製される。したがって、半球状ドームタンク端部と円筒状タンク本体とを組立てるための最終円周溶接において、ワゴン車輪の縁は好ましくはタンクドームとタンク円筒部との間の突合わせ接合に重なりおよびこれを支持する。ワゴン車輪を部分的に組立てられたタンクの内側に嵌合する前にワゴン車輪を極低温冷却し、焼き嵌めによってワゴン車輪をきつく嵌合させてもよい。次に摩擦スター溶接によって、3つの部材すなわちドーム、円筒部、およびワゴン車輪が同時に3体接合によって溶接されるよう接合を行なう。摩擦スター溶接プロセスの間、ワゴン車輪は、ドームと円筒部との円周突合わせ接合に対する硬い裏あてサポートとして作用する。完成したタンクにおいては、ワゴン車輪は3体の溶接によりタンク内の圧力ガスの空気力によるタンクの外向きの膨張に耐えることによって、燃料積載圧力容器の一体部分として作用する。

【0012】

【詳細な説明】この発明は、一般に円筒状の構成の、溶接されたタンク容器であって、タンク内に存在する圧力ガスの空気力による外向きの膨張に耐え得る溶接されたタンクを提供する。この発明のある例示的な実施例を示す添付された図面を参照することによって、この容器の設計、構造、特徴、およびそれを作製する方法がより完全に理解されるであろう。

【0013】この発明の好ましいタンク2が図示されている図面図1および図2を参照する。タンクドーム4は、円周溶接16によってタンク本体6と適切に接合されており、これには、除去可能な裏あて工具セッティングまたは一体型バックングプレートが必要である。他の実施例においては、タンク本体6はその一体部分であるタンクドーム4と単一構造として形成されていてもよい。特に、もしタンクが比較的小さい場合はそうしてもよい。代替的に、タンクドームクロージャ4は、タンク容器の組立の最終ステップにおいてタンク本体6と接合してもよい。

【0014】好ましい局面において、タンク2の本体端部8は、バックングプレート10およびドームヘッド12とともに3部分円周溶接18で合せて接合される。たとえば、半球状ドームタンク12をタンク本体6の円筒状端部8に接合するため使用される最終円周溶接18のために、プレート10を内部一体型工具およびタンクサポートとして働くワゴン車輪構造の形にしてもよい。ワゴン車輪10は、タンク6と同じアルミニウム合金から好ましくは作製される。アルミニウムワゴン車輪10の縁は、好ましくは、タンクドーム12とタンク円筒状端部8との間の突合わせ接合部に重なりこれを支持する。ワゴン車輪10は、これを部分的に組立てられたタンクの内側に嵌合させる前に、極低温冷却によりこれを焼き嵌めすることによってきつく嵌合させてもよい。次に摩擦スター溶接工具20を使用して3つの部材、ドーム1

2、円筒状本体端部8、およびバックギングプレートまたはワゴン車輪10を3部分接合により同時に溶接するため、溶接18を摩擦スター溶接によって行なう。摩擦スター溶接プロセスの間働く圧力のために、ワゴン車輪10はドームと円筒部との円周突合わせ接合部に対する硬い裏あてサポートとして作用する。完成したタンクにおいては、ワゴン車輪は、3体溶接の後タンク内の圧力ガスの空気力によるタンクの外向きの膨張に耐えることにより、燃料積載圧力容器の一体部分として作用する。したがって、ワゴン車輪は、最終的なタンクの重量節約およびタンクの作製におけるコスト節約を最適化するように設計される。

【0015】図面では同様の番号は同様の部分を示すが、図3および図4を参照すると、回転工具スピンドル22が摩擦ピン24のところで終端しているのが示され、方向26はスピンドルおよびピンの回転方向を示す。方向28は溶接の進行方向を示す。図3および図4に示しているように、3部分円周溶接18はここで図示されている摩擦スター溶接工具20の作用によって達成される。

【0016】支持構造部材10の主要な機能が、摩擦スター溶接動作の間バックギングプレートまたは工具として作用することであることは理解されるであろう。その副次的な機能は、ある用途において、圧力容器構造の一体部分として、組立てられたタンクから大きな工具を去除く必要性を除くことにある。これは、重量の抑制が重要である宇宙船発射システムの極低温酸素貯蔵のために利用される圧力タンク、特に、タンク内部へのアクセスが

制限されている場合にはとりわけ重要であろう。一旦タンクが組立てられてしまうと、その用途に依存して、たとえば宇宙船発射システムにおけるものなどは、タンク内部に（図示していない）ポートを通じて酸素が添加され、続いて密封されるであろう。

【0017】もちろん、この発明において形成されるタンクの設計および動作には、その精神を逸脱することなくさまざまな修正が可能であることは理解されよう。したがって、前掲請求項の範囲内でここに特に記し説明したのは別の形でこの発明を実施することができることは理解されよう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明により作製されるタンクの分解斜視図である。

【図2】この発明により作製されるタンクの部分切欠組立斜視図である。

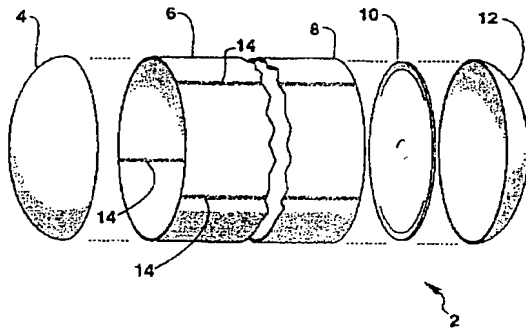
【図3】円周溶接およびバックギングプレートを通る軸方向断面図である。

【図4】溶接18を通る接線断面図である。

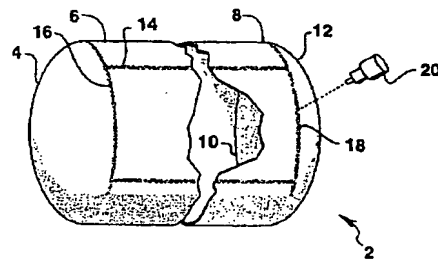
#### 【符号の説明】

- 2 タンク
- 4 タンクドーム
- 6 タンク本体
- 8 円筒状本体端部
- 10 バックギングプレート
- 12 半球状ドームヘッド
- 20 摩擦スター溶接工具

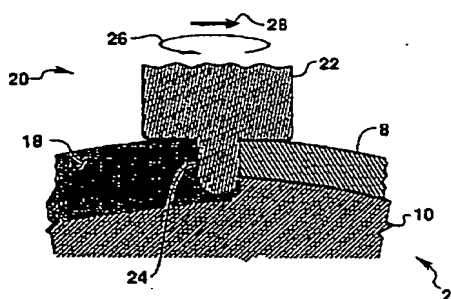
【図1】



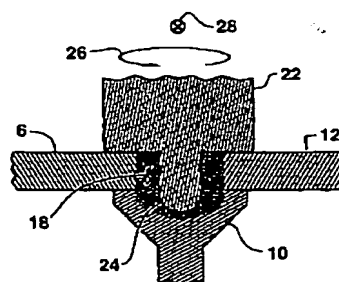
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
// B23K 101:12

識別記号

F I

(72)発明者 クリフォード・シィ・バンプトン  
アメリカ合衆国、91360 カリフォルニア  
州、サウザンド・オークス、ベサニ・スト  
リート、405